

VERFAHREN ZUR EINSTELLUNG DER SCHALTZEITEN, INSBESONDERE TOTZEITEN, IN EINEM WECHSELRICHTER IN ABHÄNGIGKEIT VON DER ERFASTEN ENERGIE SOWIE WECHSELRICHTER

Die Erfindung betrifft ein Verfahren für einen Wechselrichter, insbesondere einen Solarwechselrichter, zum Einspeisen einer von einer Gleichspannungsquelle erzeugten Energie in ein Wechselspannungsnetz, bei dem die erzeugte Energie der Gleichspannungsquelle von einem Brückenwechselrichter durch abwechselndes Schalten von parallel und seriell geschalteten Schaltelementen in Form einer Pulsweitenmodulation zerhackt wird und diese zerhackte Energie über einen Transformator, der zwischen den in Serie geschalteten Schaltelementen angeschlossen ist, übertragen wird, worauf die übertragene Energie wiederum gleichgerichtet wird und über einen Tiefsetzsteller in das Wechselspannungsnetz eingespeist wird, wobei zur Leistungsanpassung die Schaltzeiten der Schaltelemente des Brückenwechselrichters gesteuert bzw. geregelt werden.

Weiters betrifft die Erfindung einen Wechselrichter, insbesondere einen Solarwechselrichter, zum Einspeisen einer von einer Gleichspannungsquelle erzeugten Energie in ein Wechselspannungsnetz, mit einem Brückenwechselrichter, einem Transformator, einem Gleichrichter, einem Tiefsetzsteller mit einer Vollbrücke und einem Ausgangsfilter, wobei eine Steuervorrichtung zur Steuerung der Parameter des Wechselrichters vorgesehen ist.

Der Aufbau bei dem aus dem Stand der Technik bekannten Wechselrichtern, insbesondere Solarwechselrichtern, besteht bevorzugt aus einem Brückenwechselrichter, einem Transformator, einem Gleichrichter, einem Tiefsetzsteller mit einer Vollbrücke und einem Ausgangsfilter. Eine Gleichspannungsquelle, insbesondere ein Solarmodul, wird dabei an den Wechselrichter angeschlossen, wogegen der Ausgang des Wechselrichters an ein Wechselspannungsnetz zur Einspeisung von Energie angeschlossen ist. Dabei wird die erzeugte Energie der Gleichspannungsquelle vom Brückenwechselrichter durch abwechselndes Schalten von parallel und seriell geschalteten Schaltelementen in Form einer Pulsweitenmodulation zerhackt und diese zerhackte Energie über den Transformator, der zwischen den in Serie geschalteten Schaltelementen angeschlossen ist, übertragen, worauf die übertragene Energie wiederum gleichgerichtet wird und über einen Tiefsetzsteller in

das Wechselspannungsnetz eingespeist wird.

Die JP 08-228488 A, die JP 09-047082 A sowie die EP 0 871 285 A1 beschreiben Vorrichtungen und Verfahren zur Einstellung der Totzeit von Wechselrichtern in Abhängigkeit einer Ausgangsgröße.

Nachteilig ist bei den aus dem Stand der Technik bekannten Solarwechselrichtern, dass eine Leistungsanpassung des Wechselrichters nur über die Pulsweitenmodulation des Brückenwechselrichters erfolgen kann, sodass nicht immer gewährleistet ist, dass dieser optimal betrieben wird. Wird beispielsweise weniger Energie von der Gleichspannungsquelle geliefert, so ist es möglich, dass die Pulsweite soweit reduziert wird, dass keine weitere Steuer- bzw. Regelmöglichkeit über die Pulsweite mehr vorhanden ist. Dies kann bei zu hoher Energielieferung über die Gleichspannungsquelle ebenfalls zu Stande kommen, da hierbei die Pulsweite auf das Maximum ausgeregelt wird, sodass wiederum keinerlei weiterer Steuer- bzw. Regelmöglichkeiten vorhanden sind.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht daher in der Schaffung eines Verfahrens für einen Wechselrichter zum Einspeisen einer von einer Gleichspannungsquelle erzeugten Energie in ein Wechselspannungsnetz und eines Wechselrichters, wobei der Wirkungsgrad in einfacher Form wesentlich erhöht wird.

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird in verfahrensmäßiger Hinsicht dadurch gelöst, dass die von der Gleichspannungsquelle erzeugte Energie in insbesondere zyklischen Abständen oder permanent erfasst wird und dass die Schaltzeiten der Schaltelemente des Brückenwechselrichters in Abhängigkeit der erfassten Energie der Gleichspannungsquelle eingestellt werden.

Somit kann in einfacher Form eine Anpassung des Wechselrichters an die gelieferte Eingangsleistung durchgeführt werden. Somit ist gewährleistet, dass der Wechselrichter immer optimal geregelt werden kann, wodurch der Wirkungsgrad wesentlich erhöht wird. Durch die Anpassung der Schaltzeiten der Schaltelemente wird sichergestellt, dass die in den Schaltelementen des Brückenwechselrichters gespeicherten parasitären Kapazitäten

vollständig umgeladen werden können und gleichzeitig keine zu langen Schaltpausen eintreten können. Durch die Änderung der Frequenz der Schaltzeiten wird erreicht, dass die Schaltverluste proportional reduziert werden und somit der Wirkungsgrad der Schaltung wesentlich verbessert wird.

Dabei kann die Totzeit der Schaltelemente, zum Umschalten von einem Schaltelement zu einem weiteren in Serie geschalteten Schaltelement des Brückenwechselrichters in Abhängigkeit der erfassten Energie eingestellt werden.

Alternativ oder zusätzlich zur Totzeit kann auch die Periodendauer bzw. Frequenz für die Pulsweitenmodulation zum Umschalten von einem Schaltelement zu einem weiteren in Serie geschalteten Schaltelement des Brückenwechselrichters in Abhängigkeit der erfassten Energie eingestellt werden.

Vorteilhafter Weise werden die Schaltzeiten der Schaltelemente des Brückenwechselrichters in Abhängigkeit der erfassten Energie ausgewertet und automatisch festgelegt.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung werden die Schaltzeiten der Schaltelemente des Brückenwechselrichters in Abhängigkeit der erfassten Energie berechnet oder aus einer Tabelle mit entsprechend hinterlegten Daten, in welcher Tabelle beispielsweise für verschiedenste Mittelwerte entsprechende Werte für die Schaltzeiten, insbesondere die Totzeit und/oder die Pulsdauer bzw. die Frequenz hinterlegt sind ausgewählt.

Weiters können die Schaltzeiten der Schaltelemente des Brückenwechselrichters in Abhängigkeit des Mittelwertes des über die Primärwicklung des Transformators fließenden Stromes eingestellt werden. Die Messung des Mittelwertes des über die Primärwicklung des Transformators fließenden Stromes stellt eine Möglichkeit der Erfassung der Energie der Gleichspannungsquelle dar.

Vorteilhafter Weise werden die Schaltelemente zu entsprechend festgelegten Zeitpunkten angesteuert.

Weiters wird die Aufgabe der Erfindung auch durch einen oben ge-

nannten Wechselrichter, insbesondere Solarwechselrichter, gelöst, wobei eine Einrichtung zur Erfassung der von der Gleichspannungsquelle erzeugten Energie vorgesehen ist, welche mit der Steuervorrichtung verbunden ist, und wobei der Brückenwechselrichter zur Anpassung der Schaltzeit, insbesondere der Totzeit für die Umschaltung der Schaltelemente und bzw. oder einer Pulsdauer bzw. Frequenz für die Pulsweitenmodulation in Abhängigkeit der erfassten Energie ausgebildet ist.

Die Einrichtung zur Erfassung der von der Gleichspannungsquelle, insbesondere dem Solarmodul erzeugten Energie kann durch eine Strommesseinrichtung an der Primärseite des Transformators gebildet sein.

Obgleich die vorliegende Beschreibung hauptsächlich auf Solarwechselrichter abgestellt ist, kann die vorliegende Erfindung auch bei anderen Wechselrichtern eingesetzt werden.

Die vorliegende Erfindung wird anhand der beigefügten Zeichnungen, welche Ausführungsbeispiele für das Verfahren und dem Solarwechselrichter beschreiben, näher erläutert.

Darin zeigen:

Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Solaranlage mit einem Solarwechselrichters zum Einspeisen in ein Wechselspannungsnetzes, in vereinfachter, schematischer Darstellung;

Fig. 2 ein Diagramm des Schaltablaufes eines Brückenwechselrichters der Solarwechselrichters, in vereinfachter, schematischer Darstellung; und

Fig. 3 ein weiteres Diagramm für den Steuerablauf, in vereinfachter, schematischer Darstellung.

In Fig. 1 ist ein Schaltschema eines Solarwechselrichters 1 zum Einspeisen einer von einer Gleichspannungsquelle 2 erzeugten Energie in ein Wechselspannungsnetz 3 gezeigt. Zusätzliche Schutzvorrichtungen, beispielsweise zum Schutz vor Überlast, Kurzschluss usw. wurden in dem Schaltbild für eine bessere Über-

sicht nicht dargestellt.

Die Gleichspannungsquelle 2 wird z.B. durch ein Solarmodul 4 für die Energieerzeugung durch Sonneneinstrahlung gebildet. Es ist auch möglich, dass anstelle des Solarmoduls 4 oder aber auch zusätzlich dazu beispielsweise eine Brennstoffzelle vorgesehen ist. Das Solarmodul 4 ist an dem Solarwechselrichter 1 angeschlossen. Der Solarwechselrichter 1 besteht aus einem Brückenwechselrichter 5, bei dem mehrere Schaltelemente 6 bis 9, wie beispielsweise Thyristoren, Transistoren oder dgl., in Brückenschaltung angeordnet sind, so dass immer zwei Schaltelemente 6, 8 und 7, 9 in Serie geschaltet werden. Die Vollbrücke ist aus zwei zueinander parallel geschalteten Halbbrücken gebildet werden. Selbstverständlich ist es auch möglich, dass anstelle der gezeigten Vollbrücke nur eine Halbbrücke, also nur zwei Schaltelemente 6 und 8 oder 7 und 9 eingesetzt werden. Parallel zu jedem Schaltelement 6 bis 9 ist jeweils eine Diode 10 bis 13 und, wie schematisch eingezeichnet, jeweils eine parasitäre Kapazität 14 bis 17 angeordnet. Selbstverständlich können parallel zu den Dioden 10 bis 13 bzw. den Schaltelementen 6 bis 9 zu den parasitären Kapazitäten zusätzliche Kondensatoren 14 bis 17 parallel geschaltet sein.

Weiters weist der Solarwechselrichter 1 einen Transformator 18 auf, bei dem die Primärseite, also die Primärwicklung 19, zwischen den beiden seriell geschalteten Schaltelementen 6, 8 und 7, 9, also im Mittelpunkt der Schaltelemente 6 bis 9, angeschlossen ist. Auf der Sekundärseite, des Transformators 18, also an der Sekundärwicklung 20 ist ein Gleichrichter 21, eine Glättungsdrossel mit Zwischenkreis-Kondensator, ein Tiefsetzsteller 22 mit einer daran angeschlossenen Vollbrücke, sowie ein Ausgangsfilter 23 angeschlossen, von dem die Einspeisung in das Wechselspannungsnetz 3 erfolgt.

Weiters weist der Solarwechselrichter 1 eine Steuervorrichtung 24 auf, mit der die Steuerung der einzelnen Schaltungsteile bzw. Schaltungsgruppen des Solarwechselrichters 1 erfolgt. Hierzu sind schematische Steuerleitungen 25 zu den einzelnen Schaltelemente 6 bis 9 eingezeichnet. Um die erzeugte Energie ermitteln zu können, ist auf der Primärseite des Transformators 18

eine Strommesseinheit 26 angeordnet, welche durch einen Shunt-Widerstand gebildet ist. Die Strommesseinrichtung 26 ist über Messleitungen 27 mit der Steuervorrichtung 24 verbunden. Somit kann von der Steuervorrichtung 24 der über die Strommesseinheit 26 fließende Strom bzw. die Spannung oder die Energie erfasst werden.

Auf die genaue Funktionsbeschreibung der einzelnen Schaltungsteile bzw. Schaltungsgruppen des Solarwechselrichters 1 wird nicht näher eingegangen, da diese bereits aus dem Stand der Technik hinlänglich bekannt sind. Lediglich wird kurz erwähnt, dass die von der Gleichspannungsquelle 2 erzeugte Energie vom Brückenwechselrichter 5 durch abwechselndes Schalten der parallel und seriell geschalteten Schaltelemente 6 bis 9, der Vollbrücke zerhackt und über den Transformator 18 übertragen wird. Die vom Transformator 18 übertragene Energie wird wiederum vom Gleichrichter 21 gleichgerichtet und über den Tiefsetzsteller 22 und die nachgeschaltete Vollbrücke und das Ausgangsfilter 23 schließlich in das Wechselspannungsnetz 3 eingespeist. Durch Modulation der Pulsweite kann die übertragene Energie geändert werden.

In den Fig. 2 und 3 ist nunmehr eine neuartige Ansteuerung des Brückenwechselrichters 5 gezeigt. Hierzu sind in den Diagrammen 28 bis 33 vereinfachte, optimierte Signalverläufe der Steuersignale zum Ansteuern der Schaltelemente 6 bis 9 der Brückenschaltung, die Spannung U_{tr} am Transformator 18 sowie der Strom I_{tr} durch die Strommesseinheit 26 in Abhängigkeit der Zeit dargestellt.

Bei bekannten Solarwechselrichtern 1, insbesondere bei dem darin angeordneten Brückenwechselrichter 5 auf der Primärseite des Transformators 18 erfolgt die Ansteuerung und Umschaltung durch eine fix definierte Frequenz sowie eine fix definierte Schaltzeit bzw. einen Schaltablauf, insbesondere einer fix definierten Totzeit. Eine Leistungsanpassung bzw. Leistungsveränderung des Solarwechselrichters 1 erfolgt bei bekannten Systemen über die Pulsweitenmodulation, wobei je nach gelieferter Energiemenge die Pulsweite, also die Einschaltdauer der Schaltelemente 6 bis 9 des Brückenwechselrichters 5

verändert wird.

Wie nun aus Fig. 2 ersichtlich, erfolgt der Ablauf eines pulsweitenmodulierten Brückenwechselrichters 5 derartig, dass immer zwei Schaltelemente 6, 9 und 7, 8 abwechselnd angesteuert werden. Dies ist in den Diagrammen durch entsprechende Ansteuerimpulse 34 bis 37 für die Schaltelemente 6 bis 9, die von der Steuervorrichtung 24 ausgesendet werden, ersichtlich. Über die Primärwicklung 19 des Transformators 18 fließt dann Energie, wenn die Schaltelemente 6 und 9 sowie 7 und 8 gleichzeitig durchgeschaltet sind. Dies kommt in der Abbildung den Zeiten gleich, in welchen die Ansteuerimpulse 34 und 37 der Schaltelemente 6 und 9 sowie 35 und 36 der Schaltelemente 7 und 8 einander überschneiden. Während dieser überschneidenden Schaltzeiten 38 findet somit eine Energieübertragung über den Transformator 18 statt, wie schematisch durch die Spannungsimpulse 39 im Diagramm des zeitlichen Verlaufs der Transformatorspannung U_{tr} dargestellt.

Sind beispielsweise die Schaltelement 6 und 9 gleichzeitig aktiviert, so kann ab einem Zeitpunkt 40 Energie über den Transformator 18 während der Schaltzeit 38 übertragen werden. Eine Aktivierung der Schaltelemente 7 und 8 bewirkt eine Energieübertragung mit einer Umkehr der Polarität der Spannung am Transformator 18. Der Umschaltvorgang erfolgt derartig, dass beispielsweise zum Zeitpunkt 41 das Schaltelement 9 deaktiviert wird, und nach Ablauf einer so genannten Totzeit 42 zum Zeitpunkt 43 das Schaltelement 8 angesteuert wird. Anschließend wird zum Zeitpunkt 44 das Schaltelement 6 deaktiviert und das Schaltelement 7 wiederum nach Ablauf einer Totzeit 42 zum Zeitpunkt 45 von der Steuervorrichtung 24 aktiviert. Somit wurde eine Umschaltung von den Schaltelementen 6 und 9 auf die Schaltelemente 7 und 8 durchgeführt. Damit kann nunmehr wiederum ein Stromfluss über die Primärwicklung 19 des Transformators 18 in entgegengesetzter Richtung, wie durch einen nunmehr negativen Spannungsimpuls 46 eingezeichnet, erfolgen, sodass eine weitere Energieübertragung auf die Sekundärseite des Transformators 18 stattfindet. Um wiederum auf die Schaltelemente 6 und 9 umzuschalten wird das Schaltelement 8 zum Zeitpunkt 47 deaktiviert und das Schaltelement 9 nach Ablauf der Totzeit 42 zum Zeitpunkt

48 aktiviert, worauf das Schaltelement 7 zum Zeitpunkt 49 deaktiviert und das Schaltelement 6 nach Ablauf der Totzeit 42 zum Zeitpunkt 50 aktiviert wird. Dieses abwechselnde kreuzweise Schalten der Schaltelemente 6 bis 9 der Brückenschaltung wird periodisch wiederholt, sodass eine entsprechende Energieübertragung stattfinden kann. Die Einschaltdauer der einzelnen Schaltelement 6 bis 9 wird durch die Pulsweite gesteuert, wodurch sich entsprechend längere oder kürzere Spannungsimpuls 39 und 46 am Transformator 18 für die Energieübertragung ergeben und somit eine entsprechende Leistungsänderung vorgenommen werden kann. Die Ansteuerung der Schaltelemente 6 bis 9 wird dabei von der Steuervorrichtung 24 vorzugsweise immer zu entsprechend festgelegten Zeitpunkten durchgeführt.

Selbstverständlich ist es möglich, dass beim Umschaltvorgang von einem Paar der Schaltelemente 6 und 9 auf das andere Paar der Schaltelemente 7 und 8 eine andere Reihenfolge durchgeführt werden kann. Beispielsweise kann ausgehend von aktivierten Schaltelementen 6, 9 zuerst das Schaltelement 6 deaktiviert werden und anschließend das Schaltelement 7 aktiviert werden und daraufhin das Schaltelement 9 deaktiviert und das Schaltelement 8 aktiviert werden. Anschließend wird das Schaltelement 7 wiederum deaktiviert und das Schaltelement 6 aktiviert, worauf das Schaltelement 8 deaktiviert wird und das Schaltelement 9 aktiviert wird. Dabei erfolgt das Umschalten bzw. Aktivieren der einzelnen Schaltelemente 6 bis 9 wiederum nach Ablauf der Totzeit 42, wie dies zuvor beschrieben wurde. Wesentlich ist, dass immer ein abwechselndes kreuzweises Schalten der Schaltelemente 6 bis 9 durchgeführt wird, und beim Umschaltvorgang immer zwei am gleichen Potential liegende Schaltelemente 6 bis 9 kurzzeitig gleichzeitig aktiviert sind.

Damit wird erreicht, dass die induktiv gespeicherte Energie im Transformator 18 die Kondensatoren 14 bis 17 umlädt, bis ein spannungsloses Umschalten der Schaltelemente 6 bis 9 möglich ist. Damit die Umladung möglich ist, sind zwischen dem Deaktivieren und dem Aktivieren der Schaltelemente 6 bis 9 die Totzeiten 42 vorgesehen, in der ein Umladen der Energie stattfinden kann. Erfolgt die Umschaltung zu früh, so dass nicht die gesamte gespeicherte Energie umgeladen wurde, so wird diese

Energie beim Einschalten bzw. Aktivieren des nächsten Schaltelementes 6 bis 9 vernichtet und es entstehen hohe Schaltverluste, wobei die Schaltverluste bei Abschaltung bzw. Einschaltung unter Energiefluss proportional zum Quadrat der Spannung steigt. Ist hingegen die Umschaltung, also die Totzeit 42, zu lange gewählt, so wird zwar die vollständig gespeicherte Energie umgeladen, jedoch wird der Solarwechselrichter 1 nicht optimal betrieben, da bei der Energieübertragung Pausen durch die langen Schaltzeiten entstehen und dadurch das Spannungs-Zeit-Fenster für die Energieübertragung reduziert wird. .

Erfindungsgemäß erfolgt nunmehr die Steuerung des Solarwechselrichters 1, insbesondere des Brückenwechselrichters 5, derartig, dass eine an die Energie der Gleichspannungsquelle 2, insbesondere des Solarmoduls 4 angepasste Umschaltung durch Anpassung der Totzeit 42, durchgeführt wird. Je nach gelieferter Energie der Gleichspannungsquelle 2 wird die Totzeit 42 zum Ein- und Ausschalten der Schaltelemente 6 bis 9 entsprechend definiert, sodass immer die gesamte Energie der parasitären und externen Kapazitäten 14 bis 17 umgeladen werden kann und gleichzeitig jedoch keine zu langen Schaltpausen für die Energieübertragung über den Transformator 18 entstehen können. Wird nämlich von der Gleichspannungsquelle 2 weniger Energie geliefert, so wird mehr Zeit (Totzeit 42) benötigt, um die parasitären und externen Kondensatoren 14 bis 17 umzuladen, als dies bei einer hohen Energielieferung von der Gleichspannungsquelle 2 der Fall ist.

Hierzu ist eine Erfassung der von der Gleichspannungsquelle 2 gelieferten Energie erforderlich, was beispielsweise durch die Strommesseinheit 26 erfolgt. Dadurch wird von der Steuervorrichtung 24 des Solarwechselrichters 1 eine entsprechende Auswertung der gelieferten Energie ermöglicht und somit eine automatische Festlegung der Schaltzeiten, insbesondere der Totzeit 42, durchgeführt. Die Auswertung und Festlegung der Schaltzeitpunkte kann dabei auf die unterschiedlichsten Arten erfolgen.

Beispielsweise kann die Totzeit 42 in Abhängigkeit des Mittelwertes des Stromes I_r durch die Primärwicklung 19 des Transformators 18 festgelegt werden. Dies geschieht derartig, dass von der Steuervorrichtung 24 zu bestimmten Zeitpunkten, bei-

spielsweise nach Ablauf einer voreinstellbaren Zeitdauer, die von der Strommesseinheit 26 gelieferten Werte erfasst und daraus ein Mittelwert gebildet wird. Hat sich dieser Mittelwert gegenüber einem vorher ermittelten Mittelwert geändert, wird eine neue Totzeit 42 festgelegt. Somit wird nicht nach jeder Umschaltperiode eine neue Totzeit 42 festgelegt sondern erst nach mehreren Umschaltperioden. Dabei kann die Totzeit 42 durch eine Berechnung oder durch entsprechend hinterlegten Daten, also durch eine Tabelle, in der beispielsweise zu verschiedensten Mittelwerten entsprechende Totzeiten 42 hinterlegt sind, festgelegt werden.

Es ist auch möglich, dass eine ständige Überwachung des Energieflusses stattfindet und bei einer Änderung des Energieflusses von der Steuervorrichtung 24 reagiert wird und somit eine neue Totzeit 42 festgelegt wird. Ein derartiges Beispiel ist in Fig. 2 dargestellt, bei dem sofort in der darauf folgenden Umschaltperiode bei geändertem Energiefluss eine Änderung der Totzeit 42 durchgeführt wird. Ersichtlich ist dies in den Diagrammen zu den Zeitpunkten 51, 52. Dabei steigt der mittlere Energiefluss über die Primärwicklung 19 des Transformators 18 zum Zeitpunkt 51, worauf von der Steuervorrichtung 24 erkannt wird, dass nunmehr mehr Energie von der Gleichspannungsquelle 2 geliefert wird und somit mehr Energie in der parasitären Kapazität gespeichert ist. Daraufhin wird von der Steuervorrichtung 24 eine neue Totzeit 42, die nunmehr gegenüber der vorhergehenden Totzeit 42 geringer ist, festgelegt, die in der nächsten Umschaltperiode, wie ab den Zeitpunkt 53 ersichtlich, angewandt wird. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel wird die Änderung der Totzeit 42 immer erst nach einer Umschaltperiode, also nachdem einmal eine Umschaltung aller Schaltelemente 6 bis 9 durchgeführt wurde, durchgeführt. Es ist jedoch auch möglich, dass sofort nach Erkennung einer Energieflussänderung mit dem nächsten Schaltvorgang eine Anpassung der Totzeit 42 vorgenommen werden kann. Zum Zeitpunkt 52 sinkt der Energiefluss wiederum, sodass eine neuerliche Anpassung der Totzeit 42 vorgenommen wird, da nunmehr wieder weniger Energie in der parasitären Induktivität gespeichert ist. Dies neue Totzeit 42 wird von der Steuervorrichtung 24 nach Abschluss der letzten Umschaltperiode eingesetzt, wie dies zum Zeitpunkt 54 ersichtlich ist. Da ab den

Zeitpunkt 52 wiederum ein verringerter Stromfluss stattfindet, wird die Totzeit 42 gegenüber der vorhergehenden Totzeit 42 erhöht, um eine vollständige Umladung der in den parasitären Kondensatoren 14 bis 17 gespeicherten Energie zu ermöglichen.

Somit kann gesagt werden, dass je nach vorhandenem Energiefluss auf der Primärseite des Transformators 18 eine entsprechende Anpassung der Totzeit 42 vorgenommen wird, so dass eine wesentliche Erhöhung des Wirkungsgrades des Wechselrichters erreicht wird. Es findet nicht mehr nur eine Anpassung der Pulsweite statt, sondern es werden die Schaltzeiten für die Schaltelemente 6 bis 9 entsprechend optimiert. Wesentlich ist also, dass die Schaltzeit, insbesondere die Totzeit 42, zum Umschalten von einem Schaltelement 6 bis 9 zu einem weiteren in Serie geschalteten Schaltelement 6 bis 9 des Brückenwechselrichters 5 in Abhängigkeit der erzeugten Energie von der angeschlossenen Gleichspannungsquelle 2 eingestellt wird. Dabei wird die von der Gleichspannungsquelle 2 erzeugte Energie insbesondere in zyklischen Abständen erfasst und entsprechend der festgestellten Energie die Schaltzeit, insbesondere die Totzeit 42, ermittelt bzw. bestimmt.

Um eine weitere Verbesserung des Wirkungsgrades einer Solaranlage zu erreichen, ist im nachstehend beschriebenen Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 eine weitere Möglichkeit zur Anpassung an die Eingangsleistung des Solarwechselrichters 1 gezeigt. Dabei sind wiederum die einzelnen Diagramme 28 bis 33, wie bereits in Fig. 2 gezeigt, dargestellt.

Bei diesem Ausführungsbeispiel wird neben der Anpassung der Totzeit 42, entsprechend Fig. 2 noch eine zusätzliche Anpassung der Frequenz bzw. Periodendauer 55 für die Pulsweitenmodulation vorgenommen. Dabei wird je nach vorhandener Eingangsleistung die Periodendauer 55 bzw. die Schaltfrequenz für die Schaltelemente 6 bis 9 geändert, wie dies bei der Totzeit 42 der Fall ist. Selbstverständlich ist es möglich, dass der Solarwechselrichter 1 derart aufgebaut ist, dass nur eine Änderung der Totzeit 42 in Abhängigkeit der gelieferten Energie oder nur eine Änderung der Periodendauer 55 bzw. Frequenz in Abhängigkeit der gelieferten Energie stattfindet. Auch kann eine Einstellmöglichkeit vor-

handen sein, bei welcher der Benutzer zwischen einer Änderung der Totzeit 42, und Änderung der Periodendauer 55 bzw. Frequenz oder beiden Möglichkeiten auswählen kann.

Beim dargestellten Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 3 arbeitet der Solarwechselrichter 1, insbesondere der Brückenwechselrichter 5 bei entsprechender Eingangsenergie mit einer festgelegten Periodendauer 55 bzw. Frequenz. Ändert sich nunmehr die Eingangsenergie, wird diese also erhöht oder verringert, so erkennt dies die Steuervorrichtung 24, worauf eine entsprechende Änderung der Periodendauer 55 bzw. Frequenz vorgenommen wird. Dies ist zum Zeitpunkt 56 ersichtlich, bei dem eine Erhöhung der Eingangsenergie stattfindet, wie aus dem Stromverlauf I_{tr} entsprechend Diagramm 33 ersichtlich ist. Somit wird von der Steuervorrichtung 24 eine neue Periodendauer 55 bzw. Frequenz sowie eine neue Totzeit 42 berechnet bzw. festgelegt und bei der nächsten Umschaltperiode verwendet.

Die Festlegung der neuen Periodendauer 55 bzw. Frequenz kann dabei wie zuvor in Fig. 2 beschrieben erfolgen, d.h., dass die von der Gleichspannungsquelle 2 gelieferte Energie erfasst wird, sodass von der Steuervorrichtung 24 des Solarwechselrichters 1 eine entsprechende Auswertung der gelieferten Energie ermöglicht und somit eine automatische Festlegung der Periodendauer 55 bzw. Frequenz und/oder der Schaltzeiten, insbesondere der Totzeit 42, von dieser durchgeführt wird. Die Festlegung der Totzeit 42 und/oder der Periodendauer 55 bzw. Frequenz kann aber auch durch eine Berechnung oder durch entsprechend hinterlegten Daten, also durch eine Tabelle bei der beispielsweise zu verschiedensten Mittelwerten entsprechende Periodendauer 55 bzw. Frequenzen und/oder Totzeiten 42 hinterlegt sind, durchgeführt werden. Dabei findet die Festlegung der Totzeit 42 und/oder Periodendauer 55 bzw. Frequenz beispielsweise aufgrund des Mittelwertes des Stromflusses I_{tr} durch die Primärwicklung 19 des Transformators 18 statt. Es ist aber auch möglich, dass eine ständige Überwachung des Energieflusses stattfindet und bei einer Änderung des Energieflusses von der Steuervorrichtung 24 reagiert wird und somit eine neue Totzeit 42 und/oder Periodendauer 55 bzw. Frequenz festgelegt wird.

Der Vorteil der Anpassung der Periodendauer 55 bzw. Frequenz, an die gelieferte Energie liegt darin, dass immer die gesamte Pulsweite ausgenutzt werden kann und somit eine optimaler Betrieb gewährleistet ist und dadurch die frequenzabhängigen Schaltverluste reduziert werden. Durch die Kombination mit der Änderung der Totzeit 42 wird auch sicher gestellt, dass immer die gesamten parasitären Kapazitäten umgeladen werden können, ohne dass hohe Schaltverluste auftreten können oder dass zu lange Schaltpausen für die Energieübertragung verhindert werden.

Es ist auch möglich, dass für die Änderung der Totzeit 42 und/oder der Periodendauer 55 bzw. Frequenz ein spezieller Umschaltvorgang vorgenommen wird. Dabei wäre es möglich, dass beispielsweise die letzte Schaltperiode abgearbeitet wird und anschließend eine kurze Schaltpause für den Brückenwechselrichter 5 eingelegt wird, worauf beim neuerlichen Aktivieren des Brückenwechselrichters 5 die neue Periodendauer 55 bzw. Frequenz und/oder Totzeit 42 eingesetzt wird. Dies hätte den Vorteil, dass dadurch immer ein bestimmter Startvorgang, insbesondere eine bestimmte definierter Schaltvorgang mit den gleichen Schaltelementen 6 bis 9, erreicht wird.

Patentansprüche:

1. Verfahren für einen Wechselrichter, insbesondere einen Solarwechselrichter (1), zum Einspeisen einer von einer Gleichspannungsquelle (2) erzeugten Energie in ein Wechselspannungsnetz (3), bei dem die erzeugte Energie der Gleichspannungsquelle (2) von einem Brückenwechselrichter (5) durch abwechselndes Schalten von parallel und seriell geschalteten Schaltelementen (6-9) in Form einer Pulsweitenmodulation zerhackt wird und diese zerhackte Energie über einen Transformator (18), der zwischen den in Serie geschalteten Schaltelementen (6-9) angeschlossen ist, übertragen wird, worauf die übertragene Energie wiederum gleichgerichtet wird und über einen Tiefsetzsteller (22) in das Wechselspannungsnetz (3) eingespeist wird, wobei zur Leistungsanpassung die Schaltzeiten der Schaltelemente (6-9) des Brückenwechselrichters (5) gesteuert bzw. geregelt werden, dadurch gekennzeichnet, dass die von der Gleichspannungsquelle (2) erzeugte Energie in, insbesondere zyklischen, Abständen oder permanent erfasst wird, und dass die Schaltzeiten der Schaltelemente (6-9) des Brückenwechselrichters (5) in Abhängigkeit der erfassten Energie der Gleichspannungsquelle (2) eingestellt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Totzeit (42) der Schaltelemente (6-9) des Brückenwechselrichters (5) in Abhängigkeit der erfassten Energie eingestellt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Periodendauer (55) bzw. Frequenz für die Pulsweitenmodulation zum Umschalten der Schaltelemente (6-9) des Brückenwechselrichters (5) in Abhängigkeit der erfassten Energie eingestellt wird.
4. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltzeiten der Schaltelemente (6-9) des Brückenwechselrichters (5) in Abhängigkeit der erfassten Energie ausgewertet und automatisch festgelegt werden.
5. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltzeiten der Schaltelemente

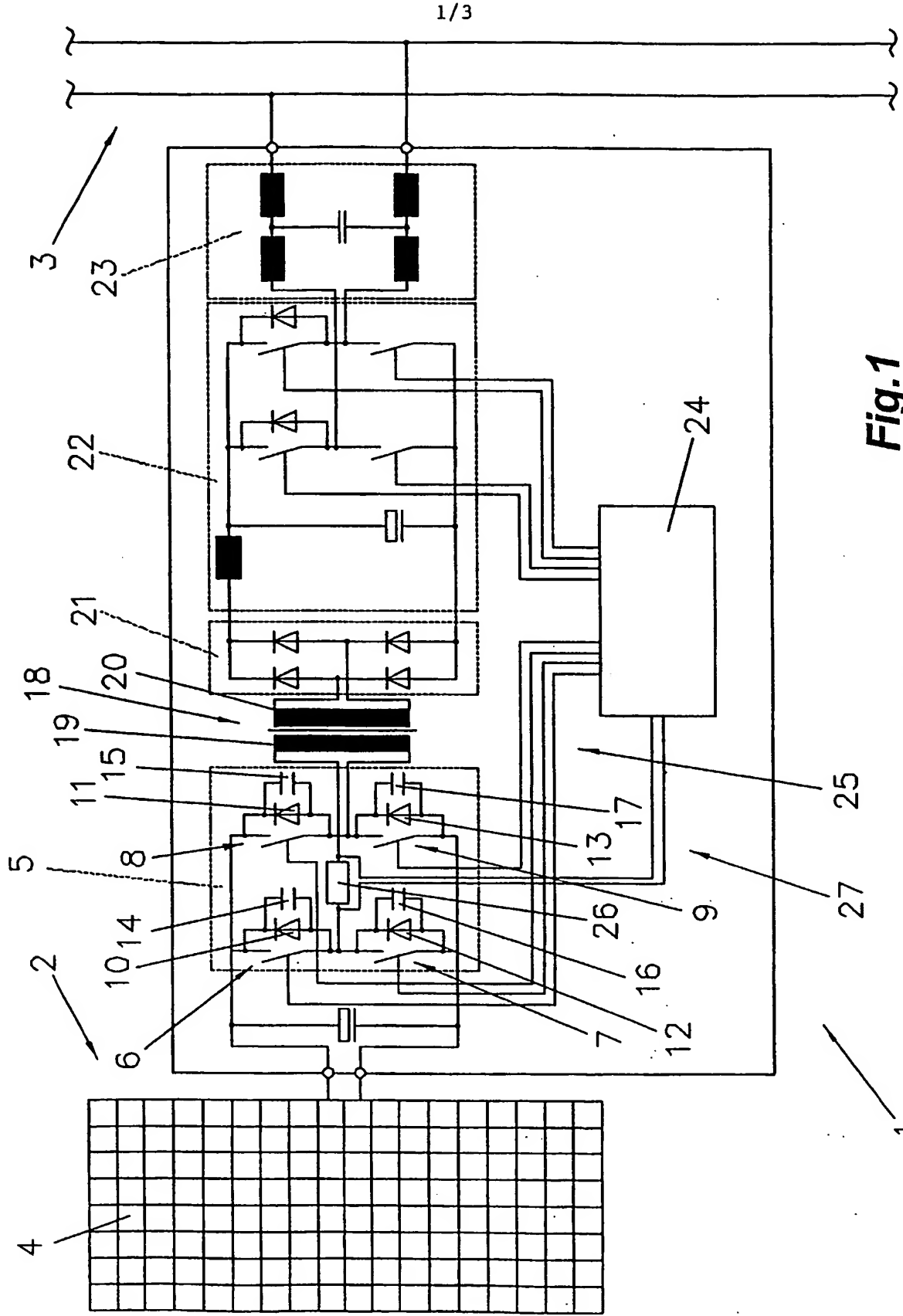
(6-9) des Brückenwechselrichters (5) in Abhängigkeit der erfassten Energie berechnet oder aus einer Tabelle mit entsprechend hinterlegten Daten, in welcher Tabelle beispielsweise für verschiedenste Mittelwerte entsprechende Werte für die Schaltzeiten, insbesondere die Totzeit (42) und/oder die Pulsdauer (55) bzw. die Frequenz hinterlegt sind, ausgewählt werden.

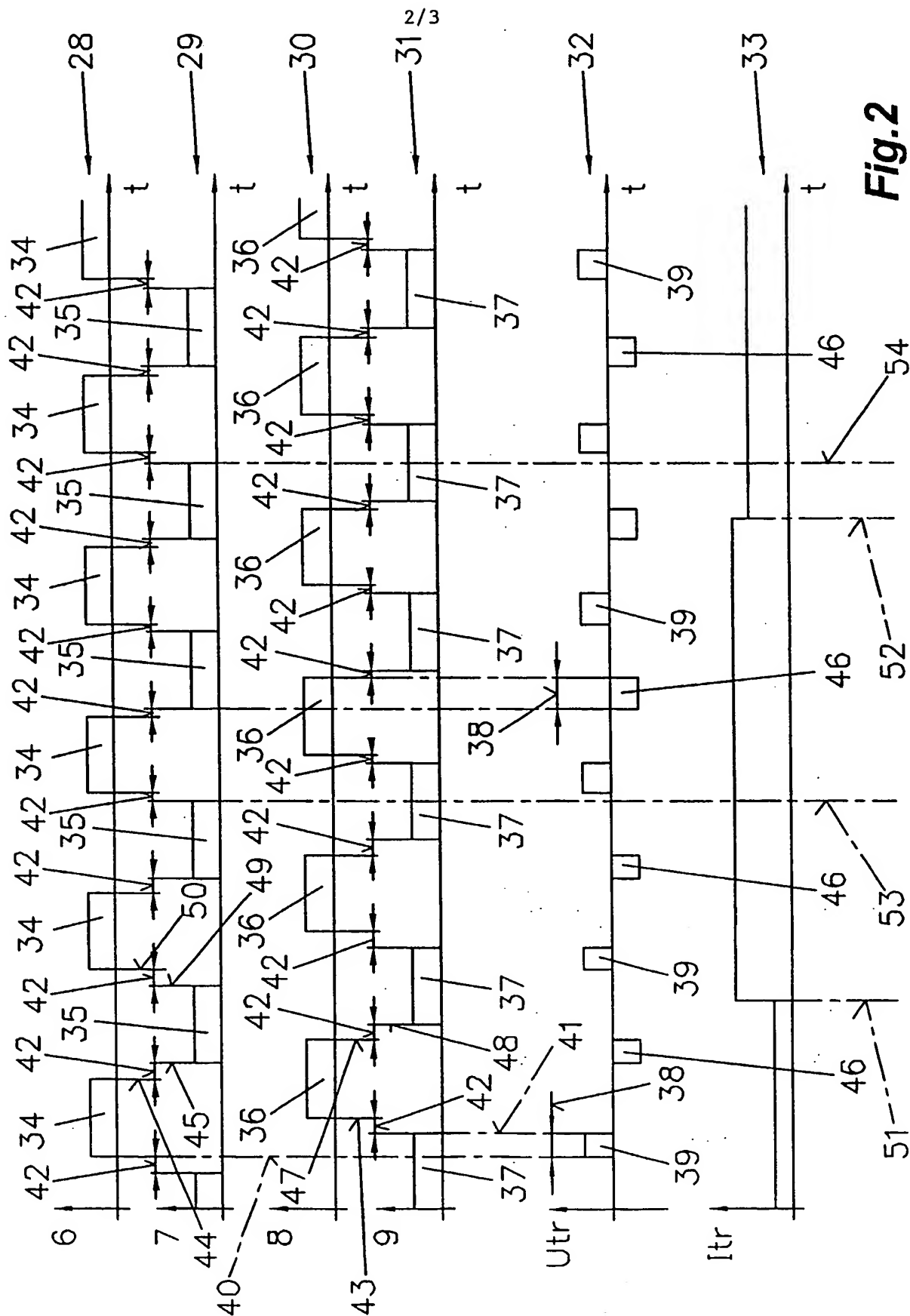
6. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltzeiten der Schaltelemente (6-9) des Brückenwechselrichters (5) in Abhängigkeit des Mittelwertes des über die Primärwicklung (19) des Transformators (18) fließenden Stromes eingestellt werden.

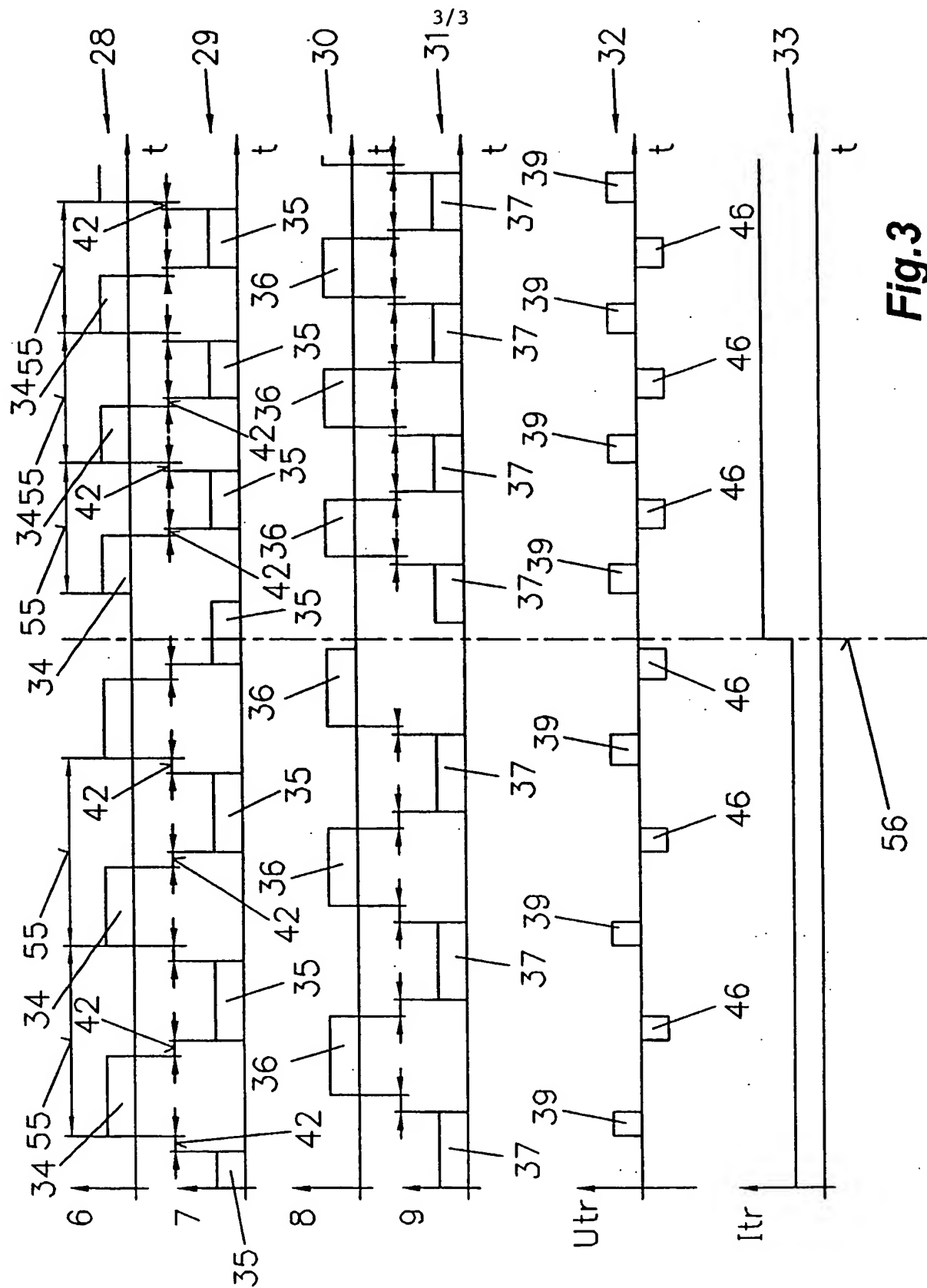
7. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Schaltelemente (6-9) zu entsprechend festgelegten Zeitpunkten angesteuert werden.

8. Wechselrichter, insbesondere Solarwechselrichter (1), zum Einspeisen einer von einer Gleichspannungsquelle (2) erzeugten Energie in ein Wechselspannungsnetz (3), mit einem Brückenwechselrichter (5), einem Transformator (18), einem Gleichrichter (21), einem Tiefsetzsteller (22) mit einer Vollbrücke und einem Ausgangsfilter (23), wobei eine Steuervorrichtung (24) zur Steuerung der Parameter des Wechselrichters (1) vorgesehen ist, dadurch gekennzeichnet, dass eine Einrichtung zur Erfassung der von der Gleichspannungsquelle (2) erzeugten Energie vorgesehen ist, welche mit der Steuervorrichtung (24) verbunden ist, und der Brückenwechselrichter (5) zur Anpassung der Schaltzeit, insbesondere der Totzeit (42), für die Umschaltung der Schaltelemente (6-9) und/oder einer Pulsdauer (55) bzw. Frequenz für die Pulsweitenmodulation in Abhängigkeit der erfassten Energie ausgebildet ist.

9. Wechselrichter nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Einrichtung zur Erfassung der von der Gleichspannungsquelle (2) erzeugten Energie durch eine Strommesseinrichtung (26) an der Primärseite des Transformators (18) gebildet ist:







**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.